

10

[Open number] provisional publication of a patent 2001-339109 (P2001-339109A)

[Application number] application for patent 2000-156507 (P2000-156507)

[Filing date of application] May 26, Heisei 12 (2000. 5.26)

[A name or name] Sanken Electric Co., Ltd.

---

[name of invention]

Current detection device equipped with the Hall device

---

[Summary]

[Subject] It was difficult to detect current in high sensitivity using a Hall device.

[Solution means]

The 1st means 1 which consists of current path 4 for U shape current passage formation and the resin fabrication object 5 is formed.

The 2nd means 2 which consists of the semiconductor substrate 20 containing a Hall device and the metal support plate 21, the 1st magnetic means 91, a lead terminal, and the resin fabrication object 30 is formed.

The 2nd means 2 is pasted up on the 1st means 1.

The 2nd magnetic means 94 is formed in the perimeter side of the resin fabrication objects 5 and 30.

---

[Claim]

[Claim 1] The semiconductor substrate containing the Hall device formed in a main surface,

A current path plate which is for passing the current of the electric circuit.

the current path plate has a position relation to the semiconductor substrate so that the magnetic field generated by the current which opposite arrangement is carried out at the semiconductor substrate, and flows this can be made to act on Hall device, and has the connection portion to the electric circuit,

an encapsulation of electrically insulating material covering the semiconductor substrate and a portion of a part of the current path plate.

magnetic means having the magnetic body arranged on the outside between the semiconductor substrate and the current path plate.

[Claim 2]

The magnetic body characterized by being arranged inside of the encapsulation.

[Claim 3]

The magnetic body characterized by being arranged on the surface of the encapsulation.

[Claim 4] to [Claim 10] restrict shapes and structures.

(19)【発行国】 日本国特許庁 ( J P )

## (12)公開特許公報 ( A )

(11)【 公開番号 】 特開 2 0 0 1 - 3 3 9 1 0 9 ( P 2 0 0 1 - 3 3 9 1 0 9 A )

(43)【 公開日 】 平成 1 3 年 1 2 月 7 日 ( 2 0 0 1 . 1 2 . 7 )

---

(51)【 国際特許分類第 7 版】

H01L 43/04

G01R 15/20

19/00

【 F I】

H01L 43/04

G01R 19/00 L

15/02 B

【審査請求】 未請求 【請求項の数】 1 0 【出願形態】 O L 【全頁数】 1 4

---

(21)【出願番号】 特願 2 0 0 0 - 1 5 6 5 0 7 ( P 2 0 0 0 - 1 5 6 5 0 7 )

(22)【出願日】 平成 1 2 年 5 月 2 6 日 ( 2 0 0 0 . 5 . 2 6 )

---

(71)【出願人】

【識別番号】 0 0 0 1 0 6 2 7 6

【氏名又は名称】 サンケン電気株式会社

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号

(72)【発明者】

【氏名】 後藤 博一

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】 大塚 康二

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野 3 丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】 加藤 隆志

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 熊倉 弘道

【住所又は居所】 埼玉県新座市北野三丁目 6 番 3 号 サンケン電気株式会社内

(74) 【代理人】

【識別番号】 100072154

【弁理士】

【氏名又は名称】 高野 則次

【テーマコード (参考)】

2G025

2G035

【Fターム (参考)】

2G025 AA00 AB02

2G035 AA01 AA08 AB02 AC02 AD20

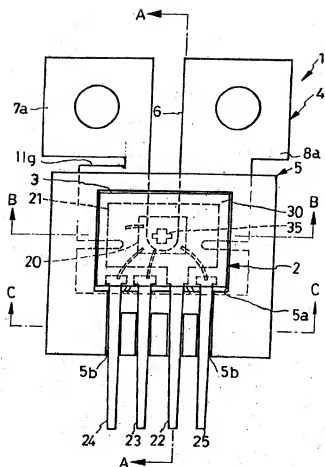
(54) 【発明の名称】 ホール素子を備えた電流検出装置

(57) 【要約】

【課題】 ホール素子を使用して電流を高感度に検出することが困難であった。

【解決手段】 U字状電流通過形成用導体4と樹脂成形体5とから成る第1の部品1を設ける。ホール素子を含む半導体チップ20と金属製支持板21と第1の磁性体層91とリード端子と樹脂成形体30とから成る第2の部品2を設ける。第1の部品1に第2の部品2を接着する。樹脂成形体5、30の外周面に第2の磁性体層94を設ける。

【特許請求の範囲】



【請求項1】 その一方の主面側の領域に形成されたホール素子を含む半導体基板と、前記電気回路の電流を流すためのものであって、前記半導体基板に対向配置され且つここを流れる電流によって発生した磁界を前記ホール素子に作用させることができるように前記半導体基板に対して一定の位置関係を有し且つ前記電気回路に対する接続部分を有している電流通路形成用導体と、前記半導体基板と前記電流通路形成用導体の一部分とを被覆している絶縁性被覆体と、前記半導体基板と前記電流通路形成用導体との間の外側に配置された磁性体とを備えていることを特徴とする電流検出装置。

【請求項2】 前記磁性体は前記絶縁性被覆体の内部に配置されていることを特徴とする請求項1記載の電流検出装置。

【請求項3】 前記磁性体は前記絶縁性被覆体の表面上に配置されていることを特徴とする請求項1記載の電流検出装置。

【請求項4】 前記磁性体は前記絶縁性被覆体の内部と表面上との両方に配置されていることを特徴とする請求項1記載の電流検出装置。

【請求項5】 前記ホール素子は前記半導体基板の前記電流通路形成用導体に対向している表面側領域に形成され、前記磁性体は前記半導体基板を基準にして前記電流通路形成用導体とは反対側に配置されていることを特徴とする請求項1記載の電流検出装置。

【請求項6】 更に、非磁性体金属から成る支持板を有し、前記磁性体は前記金属支持板上に積層配置され、前記半導体基板は前記磁性体を伴った前記支持板に固着されていることを特徴とする請求項5記載の電流検出装置。

【請求項7】 更に、前記半導体基板に前記ホール素子の出力電圧を増幅する増幅器が形成されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の電流検出装置。

【請求項8】 その一方の主面側の領域に形成された第1及び第2のホール素子を含む半導体基板と、前記電気回路の電流を流すためのものであって、前記半導体基板に対向配置され且つここを流れる電流によって発生した磁界を前記第1及び第2のホール素子に作用させることができるように前記半導体基板に対して一定の位置関係を有し且つ前記電気回路に対する接続部分を有している電流通路形成用導体と、前記半導体基板と前記電流通路形成用導体の一部分とを被覆している絶縁性被覆体と、前記半導体基板と前記電流通路形成用導体との間の外側に配置された磁性体とを備え、前記電流通路形成用導体は平面的に見てS字状電流通路を形成するための第1及び第2の溝を有し、平面的に見て前記第1のホール素子は前記第2の溝の内側に配置され、前記第2のホール素子は前記第2の溝の内側に配置されていることを特徴とする電流検出装置。

【請求項9】 電気回路の電流を検出するための装置であって、第1の部品と、第2の部品と、前記第2の部品を前記第1の部品に対して固着している接着層とを備え、前記第1の部品は、前記電気回路の電流を流すための電流通路形成用導体と、前記電流通路形成用導

体の一部分を被覆し且つ前記第2の部品を位置決めするための位置決め部分を有している第1の絶縁性被覆体とから成り、前記第2の部品は、ホール素子を含む半導体基板と、前記ホール素子を外部回路に接続するための複数のリード端子と、磁性体と、前記半導体基板と前記複数のリード端子の一部分と前記磁性体とを被覆している第2の絶縁性被覆体とから成り、前記半導体基板は前記電流通路形成用導体を流れる電流の基づいて発生する磁界が前記ホール素子に作用するように前記電流通路形成用導体に対向配置され、前記第2の部品は前記接着層によって前記第1の部品に固着され、前記磁性体は前記電流通路形成用導体と前記半導体基板との間の外側に配置されていることを特徴とする電流検出装置。

【請求項10】 前記電流通路形成用導体は、ここを流れる電流の通路を狭めるための溝を有していることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の電流検出装置。

#### 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する分野】 本発明は、ホール素子を備えた電流検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ホール素子は、ここに印加される磁界に正比例した電圧即ちホール電圧を発生する。従って、ホール素子を電流通路に沿って配置すると、電流通路を流れる電流に比例して発生する磁界がホール素子に作用し、ホール素子から電流に比例した電圧を得ることができる。電流通路の電流の検出感度を高めるためには、電流通路をホール素子に出来る限り接近させた方が良い。この目的のために、ホール素子を含む半導体チップと被検出電流を流すための電流通路形成用導体とを同一の樹脂封止体の中に配置することがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、ホール素子による電流検出の感度を更に高めること、及び外来ノイズを十分に防止すること、及びコストの低減が要求されている。

【0004】 そこで、本発明の第1の目的は、電流検出感度の高い電流検出装置を提供することにある。本発明の第2の目的は外来ノイズを防ぐことができる電流検出装置を提供することにある。本発明の第3の目的はコストの低減が可能な電流検出装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決し、上記目的を達成するための本発明は、その一方の主面側の領域に形成されたホール素子を含む半導体基板と、前記電気回路の電流を流すためのものであって、前記半導体基板に対向配置され且つここを流れる電流によって発生した磁界を前記ホール素子に作用させることができるように前記半導体基板に対して一定の位置関係を有し且つ前記電気回路に対する接続部分を有している電流通路形成用導体と、前記半導体基板と前記電流通路形成用導体の一部分とを被覆している絶縁性被覆体と、前記半導体基板と前記電流通路形成用導体との間の外側に配置された磁性体と

を備えていることを特徴とする電流検出装置に係わるものである。

【0006】なお、請求項2に示すように、磁性体を絶縁性被覆体の内部に提供することができる。また、請求項3に示すように、磁性体を絶縁性被覆体の表面上に配置することができる。この絶縁性被覆体の表面上に配置する磁性体は、半導体基板を基準にして電流通路形成用導体と反対側の絶縁性被覆体の表面の少なくとも一部に形成することが望ましく、また、これよりも広い表面に形成することが実に望ましい。また、請求項4に示すように、磁性体を、絶縁性被覆体の内側と表面上との両方に設けることが望ましい。また、請求項5に示すように、ホール素子を半導体基板の電流通路形成用導体に対向する表面側に設けることが望ましい。また、請求項6に示すように、非磁性体金属の支持板を設け、ここに磁性体を積層配置することがのぞましい。なお、支持板は磁性体の抵抗率よりも小さい抵抗率を有する銅等とすることが望ましい。また、請求項7に示すように、ホール素子形成用半導体基体に増幅器を形成することが望ましい。また、請求項8に示すように、電流検出の感度を高めるために第1及び第2のホール素子を設けることができる。また、請求項9に示すように、第1及び第2の部品を組み合わせて電流検出装置を形成することができる。また、請求項10に示すように電流通路を狭めるための溝を電流通路形成用導体に設けることが望ましい。なお、本願発明における、“ホール素子を外部回路に接続するための複数のリード端子”は、ホール素子に直接的に接続されるリード端子のみでなく、ホール素子に対して増幅器又は制御電流供給回路等の付加回路を介して間接的に接続されるリード端子も意味する。

【0007】

【発明の効果】各請求項の発明によれば次の効果が得られる。(1) 電流通路形成用導体とホール素子を含む半導体基板とを対向配置させ且つ絶縁性被覆体で一体化するので、両者を接近させて電流検出感度を向上させることができる。(2) 磁性体を電流通路形成用導体と半導体基板との間の外側に配置することによってホール素子を通る磁束の通路の磁気抵抗を下げる、及び磁束の不要な広がりを防ぐことができ、電流検出感度を高めることができる。(3) 外来ノイズがホール素子に作用することを磁性体によって防ぐことができる。(4) 電流通路形成用導体とホール素子とを一体化することによってコストの低減を図ることができる。また、電気回路に対するホール素子の配置が容易になる。なお、請求項4の発明によれば、電流感度及び耐ノイズ性を更に高めることができる。また、請求項5の発明によれば、ホール素子を電流通路形成用導体に近づけ、感度の向上を図ることができる。また、請求項6の発明によれば、支持板の働きによって半導体基板及び磁性体の機械的安定性の向上、組立て性の向上が図られ、更に、ノイズの低減が図られる。即ち、高い周波数の磁束から成る高周波ノイズによって支持板に渦電流が流れ、ノイズ吸収作用が生じ、耐ノイズ性が向上する。なお、磁性体として支持板よりも抵抗率が高く且つ透磁率が高いパーマロイ等を使用している場合には、磁性体が外来ノイズのバイパスとして作用し、ホール素子に外来ノイズが作用するのを防ぐ。また、請求項7の発明によれば

ば、電流検出装置の小型化を達成することができる。また、請求項8の発明によれば、電流検出感度の向上及び耐ノイズ性の向上を図ることができる。また、請求項9の発明によれば、良品の第1及び第2の部品を組み合わせることによって完成品の不良が少なくなり、コストの低減を図ることができる。また、請求項10の発明によれば、電流の広がりを防いでこの検出感度を高めること又は過電流時に溶断するヒューズ作用を得ることのいずれか一方又は両方の効果が得られる。

【0008】

【実施形態】次に、図1～図2.3を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0009】

【第1の実施形態】図1～図1.4に示す第1の実施形態の電流検出装置は、図5に示す第1の部品1と第2の部品2とを図1～図3に示すように接着層3で相互に結合したものと成る。

【0010】第1の部品1は、被測定電流即ち被検出電流を流すための電流通路形成用導体4と、第1の絶縁性被覆体としての第1の樹脂成形体5とから成る。

【0011】電流通路形成用導体4は、例えば100A程度の電流を流すことができる比較的厚い銅板にニッケルメッキ層を設けた金属板をプレス加工したものであり、平面的に見て図8に示すように全体としてU字状に形成され、溝6を介して並置された第1及び第2の部分7、8と、第1及び第2の部分7、8の一方の端を相互に連結するように配置された第3の部分9とを有している。帯状に延びている第1及び第2の部分7、8は、図8で破線で区画して示すように第1及び第2の端子部分7a、8aと、第1及び第2の電流通路形成部分7b、8bとを有する。第1及び第2の端子部分7a、8aには、この導体4を電気回路に直列に接続するための貫通孔10a、10bが設けられている。従って、第1及び第2の端子部分7a、7bは電気回路導体（図示せず）に対してビスで固定される。導体4の第1及び第2の電流通路形成部分7b、8bには、この外周縁から内側に向うように切り込み溝11a、11b、11c、11dが形成されている。また、第3の電流通路形成部分として働く第3の部分9にも溝11e、11fが形成されている。この溝11a～11eは電流通路を溝6寄りに狭める働き、及び樹脂成形体5との噛み合いを強めて結合強度を向上させる働きを有する。また、過電流時に導体4を溶断させるためのヒューズ機能を得るために溝11gが導体4に設けられ、この溝11gの部分で導体4の幅が狭められている。

【0012】第1の樹脂成形体5は、導体4の機械的安定性の向上及び電気的絶縁性の向上及び第2の部品2の位置決め及び保護のためのものであって、対の端子部分7a、8aと第1及び第2の電流通路形成部分7b、8b及び第3の部分9の一方の主面の一部を露出させ、これ以外の部分を被覆するように形成されている。更に詳細には、図2及び図3から最も明らかなように、第1の樹脂成形体5は、第1及び第2の電流通路形成部分7b、8bと第3の部分9の下面側の全体を覆い、且つこれ等の上面側の一部を覆い、且つ第1



及び第2の電流通路形成部分7b、8bの相互間及び溝11a～11fに充填されている。第1の樹脂成形体5は、図1～図6から明かなように、第2の部品2を第1の部品1に位置決めするための第1及び第2の位置決め部分5a、5bを有する。この第1及び第2の位置決め部分5a、5bの詳細は追って説明する。なお、第1の樹脂成形体5の導体4の下面側部分の厚みは放熱性を良くするために導体4の上面側部分の厚みよりも薄く形成されている。第1の樹脂成形体5は周知のトランスファモールド法又はインジェクションによって一体に形成することができる。

【0013】第2の部品2はホールIC即ちホール素子を含む半導体装置であって、図7から明かなようにホール素子を含む半導体チップ20と、金属製支持板21と、この支持板21に連結された外部リード端子22と、支持板21に連結されていない外部リード端子23、24、25と、内部接続ワイヤ26、27、28、29と、第2の絶縁性被覆体としての第2の樹脂成形体30と、第1の磁性体層91とから成る。

【0014】半導体チップ20は第1の磁性体層91を介して金属支持板21に固着されている。例えばA1線から成る内部接続ワイヤ26、27、28、29は、半導体チップ20と支持板21及び外部リード端子23、24、25との間を電気的に接続している。第2の樹脂成形体30は半導体チップ20、支持板21、外部リード端子22、23、24、25の一部、内部接続ワイヤ26、27、28、29及び第1の磁性体層91を覆うように周知のトランスファモールド法又はインジェクションモールド法によって形成されている。このホールIC側の第2の樹脂成形体30は、図5に示すように電流通路形成体としての第1の部品1の導体4の平坦な露出主面31上に配置される主面32と、第1の樹脂成形体5の第1の位置決め部分5aを形成する凹部の1つの壁面33に対向させる側面34とを有する。第2の部品2の第2の樹脂成形体30は、平面的に見て第1の部品1の第1の樹脂成形体5に形成された凹状の第1の位置決め部分5aに収容させることができるパターンに形成されている。第1及び第2の部品1、2の組立て時に、第1の部品1側の導体4の主面31と第2の部品2側の主面32との間及び第1の部品1側の壁面33と第2の部品2側の側面34とが図2に示すように接着層3によって互いに固着される。従って、電流検出装置の組立が終了した後は、第1及び第2の部品1、2が一体化され、実質的に単一の電気部品となる。ホール素子35を含む半導体チップ20に接続された4本の外部リード端子22、23、24、25は互いに平行になるように第2の樹脂成形体30から導出されている。これ等の外部リード端子22、23、24、25の一部は、図1から最も明かなように第1の樹脂成形体5に溝状に形成された4つの第2の位置決め部分5bに挿入され、相互間の短絡及びこれ等の変形が防止されている。外部リード端子22～25の先端側部分は半導体チップ20を外部回路に接続するために第1の樹脂成形体5の外側に導出されている。更に、第1及び第2の部品1、2の一体化を強めるために、第1及び第2の部品1、2が接着層3で一体化された後に、第1の位置決め部分5aと第2の位置決め部分5bとに生じた第1及び第2部品1、2間の隙間に絶縁性樹脂が注入さ

れて固化され、図13及び図14に示す樹脂層90が形成されている。

【0015】半導体チップ20は、図10に概略的に示す底面図から明らかなように周知のホール素子35と、増幅器36と、制御電流供給回路37と、第1、第2、第3及び第4の端子38、39、40、41とを有し、平面的に見て四角形に形成されている。

【0016】ホール素子35、増幅器36及び制御電流供給回路37は化合物半導体（例えばガリウム砒素）から成る同一の半導体基板42の中に周知の方法で形成されている。半導体チップ20の形成方法及び構成は周知であるので、図11及び図12には本発明に係わる電流通路形成用の第1の部品1と直接に関係するホール素子35のみが示され、増幅器36及び制御電流供給回路37の図示は省略されている。

【0017】平面的に見て四角形の半導体基板42の中には、ホール素子35を形成するためにn型の第1、第2、第3、第4及び第5の半導体領域43、44、45、46、47と、p型の第6、第7及び第8の半導体領域48、49、50が形成されている。n型の第5の半導体領域47は半導体基板42の大部分を占めるp型の第8の半導体領域50の中に島状に形成され、図11に示すように平面的に見て十字状のパターンを有する。n型の第1及び第2の半導体領域43、44はn型の第5の半導体領域47の不純物濃度よりも高い不純物濃度を有するn+型半導体領域であって、図11に示すようにY軸方向において互いに離間して対向配置され且つ第5の半導体領域47の中に島状に形成されている。この第1及び第2の半導体領域43、44には図10に示すように第1及び第2の電極51、52がオーミック接触している。第1及び第2の電極51、52は制御電流供給回路37に接続されているので、第5の半導体領域47に第1の半導体領域43から第2の半導体領域44に向って周知の制御電流 $I_c$ が流れる。従って、第1及び第2の半導体領域43、44を制御電流供給用半導体領域と呼ぶこともできる。なお、第1及び第2の電極51、52は周知の制御電流供給回路37を介して直流電源接続用の第3及び第4の端子40、41に接続されている。

【0018】n型の第3及び第4の半導体領域45、46は、n型の第5の半導体領域47の不純物濃度よりも高い不純物濃度を有するn+型半導体領域であって、第5の半導体領域47のY軸方向の中央部分の両端の近くに配置されている。この第3及び第4の半導体領域45、46の一部は第5の半導体領域47に隣接し、残部はp型半導体から成る第6及び第7の半導体領域48、49に隣接している。X軸方向において互に対向している第3及び第4の半導体領域45、46には図10及び図12に示すように第3及び第4の電極53、54がオーミック接触している。従って、第3及び第4の半導体領域45、46をホール電圧検出用半導体領域と呼ぶこともできる。p型の第6及び第7の半導体領域48、49はn+型の第3及び第4の半導体領域45、46の第5の半導体領域47に対する接触面積を制限するものである。

【0019】第1及び第2の半導体領域43、44間に制御電流 $I_c$ が流れ、この制御電流 $I_c$ に対して直交するように磁界を印加すると、第3及び第4の半導体領域45、46間に

周知のホール効果の原理に従ってホール電圧が得られる。従って、ホール素子35のホール電圧を発生させるための主動作領域は、第5の半導体領域47における第1及び第2の半導体領域43、44の相互間及び第3及び第4の半導体領域45、46の相互間である。しかし、概略的には第5の半導体領域47の全体をホール素子の主動作領域と呼ぶことができる。ホール電圧検出用の第3及び第4の電極53、54は、図9に示すように周知の増幅器36を介して第1及び第2の端子38、39に接続されている。

【0020】半導体基板42の一方の主面には例えばシリコン酸化膜から成る絶縁膜55が設けられ、他方の主面には例えばアルミニウムから成る金属層56が設けられている。絶縁膜55は多層配線構造とするために第1及び第2の絶縁膜55a、55bの積層体から成る。第1及び第2の電極51、52は第1及び第2の絶縁膜55a、55bの開口を介して第1及び第2の半導体領域43、44に接続され、第3及び第4の電極53、54は第1の絶縁膜55aの開口を介して第3及び第4の半導体領域45、46に接続されている。図12に示すように半導体基板42の他方の主面には金属層56が設けられており、金属層56が導電性又は絶縁性の接合材57によって磁性体層91に固着されている。磁性体層91は比透磁率が5500、厚さが100 $\mu$ mの鉄-ニッケル系合金のパーマロイのシートから成り、支持板21にエポキシ樹脂等の接合材92によって固着されている。磁性体層91は平面的に見てホール素子35よりも大きな面積を有することが望ましく、更に、電流通路形成用導体4のU字状に実際に電流が流れる部分の幅以上の幅を有することが望ましい。この実施形態では、磁性体層91が半導体基板42よりも大きい支持板21と同一の面積を有している。なお、図2、図3、図5、図13、図14においては、図示を簡略化するために、図12の接合材57及び92が省略されている。この実施形態では、磁性体層91を接着したが、この代りに磁性体を支持板21に対して蒸着、圧着、溶着することによって磁性体層91を得ることができる。

【0021】支持板21は、図9から明らかなように、この主面に垂直な方向から見て即ち平面的に見て全体的に四角形のパターンに形成されており、半導体チップ20よりも大きな面積を有する。支持板21と第1～第4の外部リード端子22～25とはリードフレームに基づいて形成されており、互いに同一厚み且つ同一の材料の例えば銅板にニッケルメッキした金属板から成る。支持板21及びリード端子22～25は、電流通路形成用導体4よりも薄く形成されている。支持板21はワイヤ26によって半導体チップ20の第1の端子38に接続されている。この支持板21に連結された外部リード端子22は一般にはグラウンドに接続される。半導体チップ20の第2、第3及び第4の端子39、40、41は、ワイヤ27、28、29によって外部リード端子23、24、25に接続されている。

【0022】支持板21に対して磁性体層91を介して固着された半導体チップ20のホール素子35は、図1から明らかなように平面的に見てその大部分が電流通路形成用導体4の溝6の内側になるように配置されている。更に詳細には、図1及び図5で破線で示す

ように少なくともホール素子35の主動作領域が平面的に見て溝6の内側になるように半導体チップ20が配置されている。この実施形態では、半導体基板42の厚みが0.3mmであり、半導体基板42のホール素子35が形成されている側の主面と電流通路形成用導体4との間隔が0.38mmである。図13及び図14に示すように、第1及び第2の樹脂成形体5、30と樹脂層90とから成る絶縁性被覆体93の外周面に第2の磁性体層94が設けられている。この第2の磁性体層94は、非透磁率が5500、厚みが100 $\mu$ mのバーマロイのシートから成り、図示が省略されているエポキシ樹脂から成る接着材によって絶縁性被覆体93の表面の一部に固着されている。絶縁性被覆体93は、略箱型に形成されており、第1及び第2の主面95、96と第1、第2、第3、及び第4の側面97、98、99、100を有する。第2の磁性体層94は、第1及び第2の主面95、96及び第1及び第2の側面97、98の全体に形成され、第3及び第4の側面99、100の一部に形成されている。外来ノイズを防ぐため、及び電流検出感度を高めるためには、第2の磁性体層94を電流通路形成用導体4及びリード端子22~25との短絡を防いで絶縁性被覆体93の出来るだけ広い面積に設けることが望ましい。また、電流検出感度を向上させるためには、少なくとも第1の主面95の半導体チップ20に対向する領域に設けることが望ましい。

【0023】図1の電流検出装置によって電流を検出する時には、被検出電流が流れている電気回路に導体4の第1及び第2の端子部7a、7bを接続し、U字状電流通路を形成する導体4に電流を流す。電流通路形成用導体4は平面的に見てホール素子35の主動作領域となる第5の半導体領域47の3方向に近接しているので、電流通路形成用導体4に電流が流れると、アンペアの右ネジの法則に従って図12で破線で示す向きの磁界Hが発生し、3方向からホール素子35に磁界即ち磁束が作用する。この磁界Hの向きは第5の半導体領域47の制御電流Icの向きに垂直であるので、第3及び第4の半導体領域45、46間即ち第3及び第4の電極53、54間にホール電圧が発生する。このホール電圧は磁界Hに比例し、磁界Hは被検出電流に比例するので、ホール電圧によって被検出電流を検出することができる。

【0024】第1及び第2の磁性体層91、94の効果を調べるために、第1及び第2の磁性体層91、92の配置を換えた他は、図1~図14の実施形態と実質的に同一の構成の第1~第11のテスト用電流検出装置を作成した。第1のテスト用電流検出装置は、第1及び第2の磁性体層91、94を省いたものである。第2のテスト用電流検出装置は、第1の磁性体層91のみを設け、第2の磁性体層94を省いたものである。第3のテスト用電流検出装置は、第2の磁性体層94のみを設け、第1の磁性体層91を省いたものである。第4のテスト用電流検出装置は、第1の磁性体層91は省き、第2の磁性体層94を絶縁性被覆体93の第1及び第2の主面95、96のみに設けたものである。第5のテスト用電流検出装置は、第1の主面95のみに第2の磁性体層94を設け、第1の磁性体層91を省いたものである。第6のテスト用電流検出装置は、第2の主面96のみに第2

の磁性体層 9 4 を設け、第 1 の磁性体層 9 1 を省いたものである。第 7 のテスト用電流検出装置は、第 1 の部品の電流通路形成用導体 4 に対向していない側の主面即ち図 1 3 及び図 1 4 で第 2 の樹脂成形体 3 0 の上面のみに第 1 の磁性体層 9 1 を設け、第 2 の磁性体層 9 4 を省いたものである。第 8 のテスト用電流検出装置は、第 1 の磁性体層 9 1 は図 1 4 の実施形態と同一に形成し、第 2 の磁性体層 9 4 を第 2 の主面 9 6 のみに設けたものである。第 9 のテスト用電流検出装置は、支持板 2 1 を省き、半導体チップ 2 0 の電流通路形成用導体 4 に対向しない側の主面に第 1 の磁性体層 9 1 を配置し、第 2 の磁性体層 9 4 は図 1 4 と同一に形成したものである。第 1 0 のテスト用電流検出装置は、第 1 の磁性体層 9 1 を第 9 のテスト用電流検出装置と同一に形成し、第 2 の磁性体層 9 4 を絶縁性被覆体 9 3 の第 2 の主面 9 6 のみに設けたものである。第 1 1 のテスト用電流検出装置は、支持板 2 1 を省き、半導体チップ 2 0 の電流通路形成用導体 4 に対向しない側の主面にのみ第 1 の磁性体層 9 1 を設け、第 2 の磁性体層 9 4 を省いたものである。第 1 及び第 2 の磁性体層 9 1、9 4 を有さない第 1 のテスト用電流検出装置の電流検出感度を基準の 1 として図 1 1 ~ 図 1 4 の実施形態の電流検出装置及び第 2 ~ 第 1 1 のテスト用電流検出装置の電流検出感度を導体 4 に電流を 2 0 A 流して求めたところ、次のようになった。図 1 3 及び図 1 4 の本実施形態の電流検出装置の感度は 1. 7 9 であった。第 2 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 2 3 であった。第 3 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 3 5 であった。第 4 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 1 8 であった。第 5 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 0 6 であった。第 6 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 1 0 であった。第 7 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 1 5 であった。第 8 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 5 6 であった。第 9 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 4 6 であった。第 1 0 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 2 3 であった。第 1 1 のテスト用電流検出装置の電流検出感度は 1. 1 1 であった。この実験結果から明かなように、図 1 3 及び図 1 4 の実施形態が最も高い感度を有する。しかし、第 2 ~ 第 1 1 のテスト用電流検出装置の形態であっても、電流感度は向上する。従って、本発明の範囲には、図 1 3 及び図 1 4 の実施形態のみでなく、第 2 ~ 第 1 1 のテスト用電流検出装置のような実施形態も含まれる。

【0025】本実施形態の電流検出装置は次の利点を有する。(1) 電流通路形成用導体 4 とホール素子 3 5 を含む半導体基板 4 2 とを対向配置させ且つ絶縁性被覆体 9 3 で一体化するので、両者を接近させて電流検出感度を向上させることができ、電流の測定精度を高めることができる。(2) 第 1 及び第 2 の磁性体層 9 1、9 4 を電流通路形成用導体 4 と半導体基板 4 2 との間の外側に配置することによってホール素子 3 5 を通る磁束の通路の磁気抵抗を下げること、及び磁束の不要な広がりを防ぐことができ、電流検出感度を高めることができる。(3) 第 1 及び第 2 の磁性体層 9 1、9 4 によって外来ノイズがホール素子に作用することを防ぐことができる。(4) 支持板 2 1 に一体化された第 1 の磁性体層 9 1 に半導体チップ 2 0 を固着し、第 1 の磁性体層 9 1 と電流通路形成用導体 4 との

間に半導体チップ20を配置したので、電流通路形成用導体4に流れる電流によって生じる磁束の通路の磁気抵抗を効果的に低減して半導体チップ20に含まれるホール素子35に作用する磁束を増大させ、電流検出感度を良好に増大させることができる。(5) 抵抗率の低い材料から成る支持板21と透磁率の大きい第1の磁性体層91とを積層しているので、周波数の比較的高い電磁波又は磁気ノイズが外部から侵入した時には支持板21に渦電流が流れ、電磁波ノイズが吸収される。また、支持板21に渦電流が流れない範囲の比較的低い周波数の電磁波又は磁気ノイズが外部から侵入した時には、第1の磁性体層91がバイパスとして機能し、ノイズがホール素子35に至ることを防ぐことができ、ホール素子35の耐ノイズ性を高めることができる。(6) 支持板21によってホール素子35を電界ノイズから防ぐことができる。(7) 電流通路形成体としての第1の部品1とホール装置としての第2の部分2とを別の工程で独立に形成し、その後に組立てるので、それぞれの良品のみを組み合わせることができる。これにより、電流検出装置の製造歩留りの向上及びコストの低減が達成される。(8) 第1の部品1に位置決め部分5a、5bを設け、ここに第2の部品2を位置決めするので、電流通路形成用導体4に対するホール素子35の位置決めを正確に行うことができ、電流検出のパラツキを防ぐことができる。(9) 外部リード端子22～25の位置決め部分5bを設けたので、これ等の相互間の短絡及びこれ等の変形を防ぐことができる。(10) 導体4の溝6によってU字状の電流通路が形成されており、平面的に見てこのU字状電流通路の中にホール素子35の主動作領域となる第5の半導体領域47が配置されているので、第5の半導体領域47に対して磁束が3方向から作用し、ここに作用する磁束の数が多くなり、電流の検出感度が高くなる。(11) 導体4に補助溝11a～11eを設けて電流通路を狭めているので、放熱性及び機械的強度を向上させるために導体4を比較的幅広に形成したにも拘らず、電流を集中的に流すことができ、ホール素子35に対して有効に作用する磁束を増大させることができる。(12) 溝11gによって導体4にヒューズ機能を持たせることができ、導体4に接続された電気回路を過電流から保護することができる。(13) ホール素子35を含む第2の部品2と大電流が流れる電流通路形成用の第1の部品1とを重ねるように組み合わせるので、電流検出装置の小型化が達成される。(14) 第1及び第2の部品1、2を独立に形成するので、導体4の厚みに拘束されずに支持板21及び外部リード端子22～25を電流通路形成用導体4よりも薄くすることが可能になり、ホール1C即ち第2の部品2を低コスト且つ容易に形成することができる。(15) 電流通路形成用導体4とホール素子35とが一体化されているので、電気回路に対する接続及び配置が容易になる。

【0026】

【第2の実施形態】次に、図15～図20を参照して第2の実施形態の電流検出装置を説明する。但し、図15～図20及び後述する第3の実施形態の図22及び図23において図1～図14と共通する部分には同一の符号、又はダッシュ又は添字a、bを伴った同一の符号を付してその説明を省略する。また、図15～図20及び図22、図23の説明

において、図1～図1.4も参照する。

【0027】図1.5～図2.0に示す第2の実施形態の電流検出装置は、図1.5に示す第1の部品1'と図1.6に示す第2の部品2'とを図1.9に説明的に示す接着層3'で一体化したものである。図1.5の第1の部品1'は第1の実施形態の図6の第1の部品1と同様に電流通路形成用導体4aと第1の樹脂成形体5'とを有し、第1の樹脂成形体5'は第1及び第2の位置決め部分5a'、5b'を有する。第2の部品2'は図1.6に示すように第1及び第2のホール素子35、35'を有し、且つ第2の樹脂成形体30'、外部リード端子22'～25'を有する。なお、第1及び第2のホール素子35、35'は図1.9に示すように同一の半導体基板42aに形成されている。この第1及び第2のホール素子35、35'は同一構造であるので、互いに共通する部分には同一の符号を付し、第2のホール素子35'の各部の符号にダッシュを付して両者を区別する。

【0028】図1.7に示す電流通路形成用導体4aは、第1及び第2のホール素子35、35'の主動作領域である第5の半導体領域47、47'に隣接するS字状電流通路形成するために、第1及び第2の溝6、6'と複数の補助溝11a'、11b'とを有する。第1及び第2の溝6、6'は互いに逆の方向から切り込まれている。電流通路形成用導体4aの第1及び第2の端子部分7a'、8a'は、図8の第1及び第2の端子部分7a、7bと同様に被検出電流が流れる電気回路に接続される。第1及び第2のホール素子35、35'の主動作領域としての第5の半導体領域47、47'は平面的に見て第1及び第2の溝6、6'の内側に配置されている。第1及び第2のホール素子35、35'を含む半導体チップ20'は図1.7に示すように第1の磁性体層91を介して金属支持板21に固着されている。第2の部品2'は第1の部品1'に対して第1及び第2の位置決め部分5a'、5b'を使用して位置決めされ、接着層3'で固着される。

【0029】電流通路形成用導体4aに流れる電流に基づいて生じる磁界Hの向きは第1及び第2のホール素子35、35'に対して図1.9で破線で示すように互いに逆になる。第1及び第2のホール素子35、35'に周知の制御電流Icを流すために第1のホール素子35の第1及び第2の電極51、52と第2のホール素子35'の第1及び第2の電極51'、52'とが図2.0の周知の制御電流供給回路37aに接続されている。第1及び第2のホール素子35、35'の出力電圧を合成して被検出電流に対応する電圧を得るための出力回路36aは、第1、第2及び第3の差動増幅器71、72、73から成る。第1の差動増幅器71の正入力端子は第1のホール素子35の第3の電極53に接続され、この負入力端子は第1のホール素子35の第4の電極54に接続されている。第2の差動増幅器72の正入力端子は第2のホール素子35'の第3の電極53'に接続され、この負入力端子は第2のホール素子35'の第4の電極54'に接続されている。従って、第1の差動増幅器71から得られる第1のホール電圧Vh1と第2の差動増幅器72から得られる第2のホール電圧-Vh2は互いに逆の極性を有する。第3の差動増幅器73の正入力端子は第1の差動増幅器71に接続され、この負入力端子は第2の差動増幅器72に接続

されている。従って、第3の差動増幅器73からは $V_{h1} - (-V_{h2}) = V_{h1} + V_{h2}$ の出力が得られる。即ち、演算手段としての第3の差動増幅器73からは、第1の差動増幅器71の出力 $V_{h1}$ の絶対値と第2の差動増幅器72の出力 $-V_{h2}$ の絶対値との和が得られる。なお、第2の差動増幅器72の出力段に反転回路を設け、第3の差動増幅器73の代りに加算器を設けることによって $V_{h1} + V_{h2}$ を示す出力を得ることもできる。

【0030】第1及び第2のホール素子35、35'は、図19に示すように共通の半導体基体42aに形成されている。勿論、第1及び第2のホール素子35、35'を個別の半導体基体に形成することもできる。

【0031】第2の実施形態は図19に示すように第1及び第2の磁性体層91、94を第1の実施形態と同様に有するので、第1の実施形態と同一の効果を有し、更に次の効果も有する。(1) 第1及び第2のホール素子35、35'の出力の絶対値の加算値が得られるので、電流検出感度が大きくなる。(2) 電流通路形成用導体4aの中間部分を第1及び第2のホール素子35、35'で共用しているため、スペースの増大が抑えられている。(3) 第1及び第2のホール素子35、35'を並置し、この合成出力を得る構成であり、且つ第1及び第2のホール素子35、35'に対する磁界Hの方向が逆になるので、不要な外部磁界(ノイズ)が第1及び第2のホール素子35、35'に加わった場合にこれ等の相殺が生じ、外部磁界の影響の少ない電流検出を行うことができる。即ち不要外部磁界に基づくホール電圧を $V_0$ とすると、第1の差動増幅器71の出力は $V_{h1} + V_0$ 、第2の差動増幅器72の出力は $-V_{h2} + V_0$ となり、第3の差動増幅器73の出力は $V_{h1} + V_0 - (-V_{h2} + V_0) = V_{h1} + V_{h2}$ となり、不要外部磁界の影響の少ない出力を得ることができ、電流 $I_s$ の検出精度が向上する。

【0032】

【第3の実施形態】図22に示す第3の実施形態の電流検出装置は、漏れ電流の検出に好適な構造を有し、第1の実施形態のU字状電流通路形成用導体4の代りに直線状に延びる第1及び第2の電流通路形成用導体4c、4dを設け、この他は図1と実質的に同一に形成したものである。第1及び第2の電流通路形成用導体4c、4dは、第1の樹脂成形体5によって一部が被覆され、相互に結合されている。また、第1及び第2の電流通路形成用導体4c、4dは図6の溝6に相当する隙間6'を有して平行に配置され、ホール素子35は平面的に見て隙間6'の中に配置されている。第1及び第2の電流通路形成用導体4c、4dを相互に又は外部回路に接続するために第1及び第2の端子部分7a、8aの他に第3及び第4の端子部分7c、8cが設けられ、これ等が第1の樹脂成形体5から突出している。第3及び第4の端子部分7c、8cには接続用の貫通孔10c、10dが形成されている。図22及び図23に示す第1及び第2の位置決め部分5a、5bに対する第2の部品2の装着は第1の実施形態と同様になされる。

【0033】図22の電流検出装置を漏れ電流検出装置として使用する時には、第1の電流通路形成用導体4cを対の電源ラインの一方即ち往路に直列に接続し、第2の電流通路



形成用導体4dを対の電源ラインの他方即ち復路に直列に接続する。また、第1及び第2の電流通路形成用導体4c、4dにおける電流Ia、Ibの流れる方向を図22において矢印で示すように同一方向とする。電気回路において漏れ電流がなければ、往路の電流Iaと復路の電流Ibとは同一である。ホール素子35における電流Ia、Ibに基づく磁束の向きは互いに逆であるので、IaとIbとが等しい時にはホール電圧は発生しない。しかし、漏れ電流が有ると電流IaとIbとが不一致になるので、この差に対応した磁束がホール素子35に作用し、漏れ電流に比例したホール電圧が発生する。

【0034】図22の電流検出器は電流バランス検出器としても使用することができる。第1及び第2の被測定電流を第1及び第2の電流通路形成用導体4c、4dに流すと、この差に比例したホール電圧が得られる。なお、図22の第3及び第4の端子部分7c、8cを相互に接続し、第1の実施形態と同様にU字状電流通路を形成し、第1の実施形態と同様に使用することができる。なお、第3の実施形態の電流検出装置は、上記効果の外に、第1及び第2の磁性体層91、92も第1の実施形態と同様に設けられているので、第1の実施形態と同一の効果も有する。

【0035】

【変形例】本発明は上述の実施形態に限定されるものでなく、例えば次の変形が可能なのである。(1) 図8の溝6及び図15の溝6、6'の代りに、図21に示すようにJ字状溝6aを設け、この溝6aで囲まれた部分にホール素子35を配置することができる。なお、J字状溝6aに囲まれた部分80は放熱体及び電界シールドとして機能する。(2) 半導体基体42、42a'をシリコン等の別の半導体で形成することができる。(3) 半導体チップ20を支持板21の導体4又は4aに対向しない表面側に配置することができる。(4) 電流通路形成用導体4の第1及び第2の端子部分7a、8aをクランク状又はスワン端子状に形成することができる。また、リード端子22～25もクランク状態に曲げることができる。(5) 電流通路形成用導体4の第1及び第2の端子部分7a、8aを電気回路導体に対して溶接によって接続するように構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の電流検出装置を示す平面図である。

【図2】図1の第1の実施形態の電流検出装置のA-A線の一部を示す断面図である。

【図3】図1のB-B線を示す断面図である。

【図4】図1のC-C線を示す断面図である。

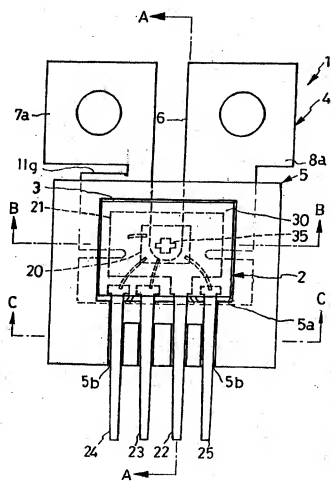
【図5】図1の電流検出装置を第1及び第2の部品に分解して図2と同様な断面で示す断面図である。

【図6】図1の第1の部品の平面図である。

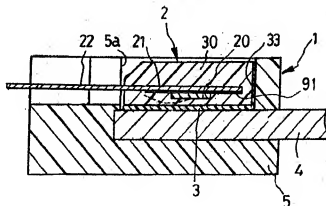
【図7】図1の第2の部品を示す平面図である。

【図8】図6の第1の部品の電流通路形成用導体を示す断面図である。

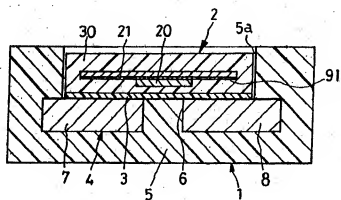
- 【図 9】図 7 の第 2 の部品を樹脂成形体を省いて示す平面図である。
- 【図 10】図 9 の半導体チップの底面図である。
- 【図 11】図 10 の半導体基体のホール素子部分を示す平面図である。
- 【図 12】図 10 の D-D 線の一部を示す断面図である。
- 【図 13】樹脂層を設けた電流検出装置を図 2 と同様に示す断面図である。
- 【図 14】樹脂層を設けた電流検出装置を図 3 と同様に示す断面図である。
- 【図 15】第 2 の実施形態の電流検出装置の第 1 の部品を示す平面図である。
- 【図 16】第 2 の実施形態の第 2 の部品を示す平面図である。
- 【図 17】図 15 の電流通路形成用導体を示す平面図である。
- 【図 18】第 2 の実施形態の S 字状電流通路と第 1 及び第 2 のホール素子とを示す平面図である。
- 【図 19】第 2 の実施形態の電流検出装置の一部を図 18 の E-E 線に相当する部分で示す断面図である。
- 【図 20】第 2 の実施形態の電流検出装置を示す電気回路図である。
- 【図 21】変形例の電流通路形成用導体を示す平面図である。
- 【図 22】第 3 の実施形態の電流検出装置を示す平面図である。
- 【図 23】図 22 の第 1 の部品を示す平面図である。
- 【符号の説明】 1、2 第 1 及び第 2 の部品 3 接着層 4 電流通路形成用導体 5、30 樹脂成形体 5 a、5 b 位置決め部分 20 半導体チップ 21 支持板 22～25 外部リード端子 35 ホール素子 91、92 第 1 及び第 2 の磁性体層
- 【図 1】第 1 の実施形態の電流検出装置を示す平面図である。



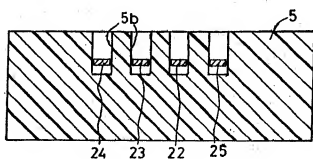
【図2】図1の第1の実施形態の電流検出装置のA-A線の一部を示す断面図である。



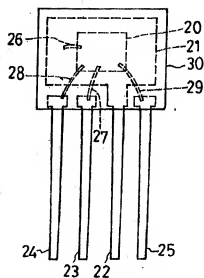
【図3】図1のB-B線を示す断面図である。



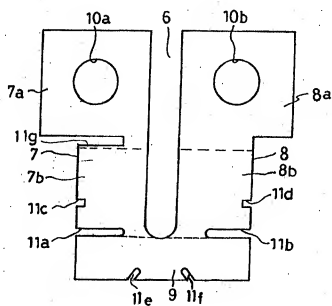
【図4】図1のC-C線を示す断面図である。



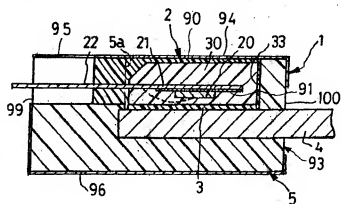
【図7】図1の第2の部品を示す平面図である。



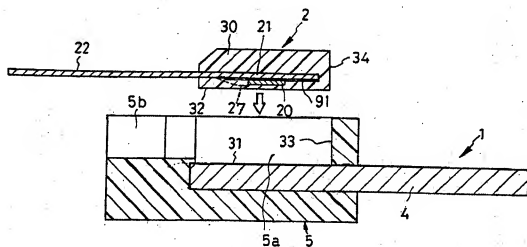
【図8】図6の第1の部品の電流通路形成用導体を示す断面図である。



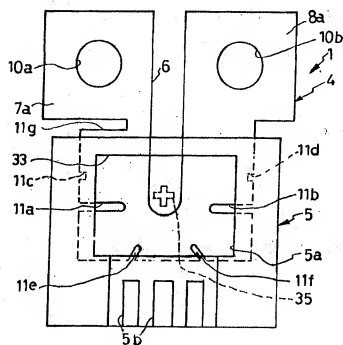
【図 13】樹脂層を設けた電流検出装置を図2と同様に示す断面図である。



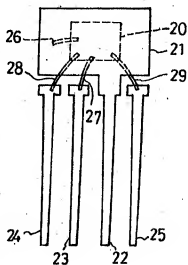
【図 5】図1の電流検出装置を第1及び第2の部品に分解して図2と同様な断面で示す断面図である。



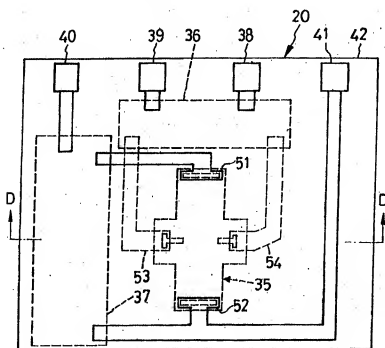
【図6】図1の第1の部品の平面図である。



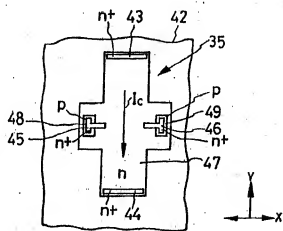
【図9】図7の第2の部品を樹脂成形体を省いて示す平面図である。



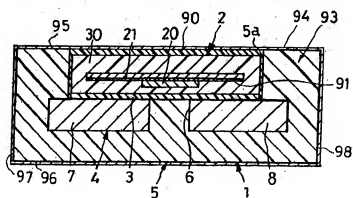
【図10】図9の半導体チップの底面図である。



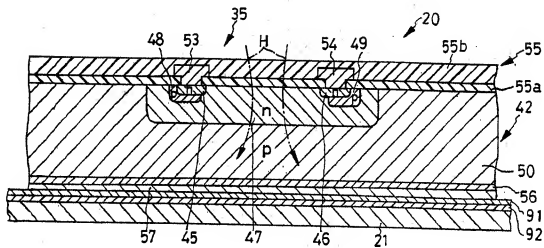
【図11】図10の半導体基体のホール素子部分を示す平面図である。



【図14】樹脂層を設けた電流検出装置を図3と同様に示す断面図である。

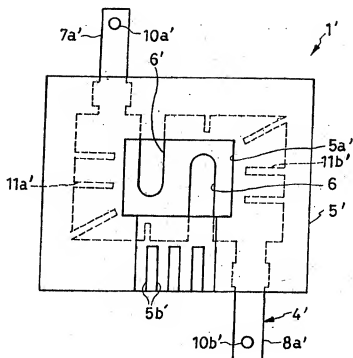


【図12】図10のD-D線の一部を示す断面図である。

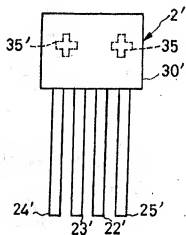




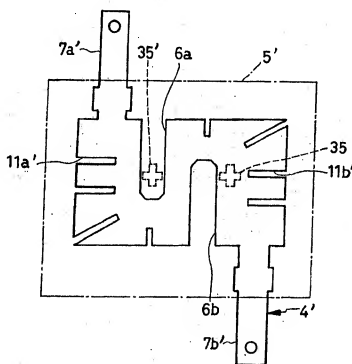
【図15】第2の実施形態の電流検出装置の第1の部品を示す平面図である。



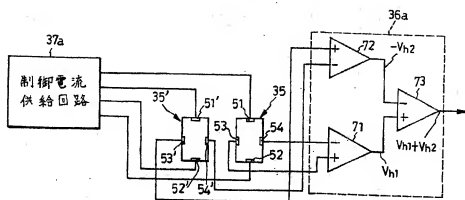
【図16】第2の実施形態の第2の部品を示す平面図である。



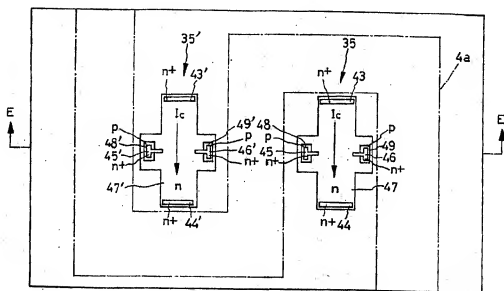
【図17】図15の電流通路形成用導体を示す平面図である。



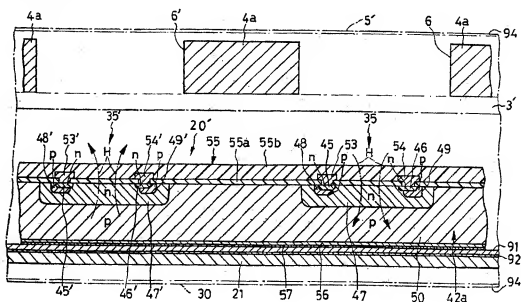
【図20】第2の実施形態の電流検出装置を示す電気回路図である。



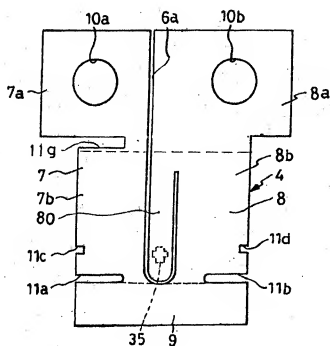
【図18】第2の実施形態のS字状電流通路と第1及び第2のホール素子とを示す平面図である。



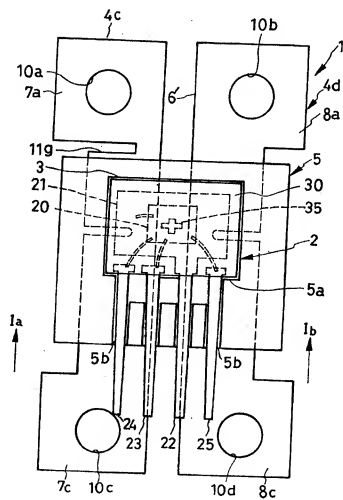
【図 19】第 2 の実施形態の電流検出装置の一部を図 18 の E-E 線に相当する部分で示す断面図である。



【図 21】変形例の電流通路形成用導体を示す平面図である。



【図 2 2】 第 3 の実施形態の電流検出装置を示す平面図である。



【図 2 3】 図 2 2 の第 1 の部品を示す平面図である。

